

⑪ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭57—67083

⑤ Int. Cl.³
C 04 B 37/00

識別記号

庁内整理番号
6674—4G

④ 公開 昭和57年(1982)4月23日
発明の数 2
審査請求 未請求

(全 9 頁)

⑤ セラミックチューブの接合構造及び接合方法

北九州市小倉北区上到津4丁目
24槻田公団4307

② 特 願 昭55—140336

⑦ 発 明 者 福田和茂

② 出 願 昭55(1980)10月6日

北九州市八幡西区西鳴水2丁目
1—19

⑦ 発 明 者 桂裕氏

北九州市八幡西区紅梅4丁目9
—41

⑦ 発 明 者 久保田裕

北九州市八幡西区西鳴水2丁目
1—19

⑦ 発 明 者 八田篤明

北九州市八幡東区東山2丁目6
—19

① 出 願 人 黒崎窯業株式会社

北九州市八幡西区東浜町1番1
号

⑦ 発 明 者 上野治幸

北九州市小倉北区篠崎5丁目14
—32

④ 代 理 人 弁理士 伊東守忠

最終頁に続く

⑦ 発 明 者 菅原光男

明 細 書

1 発明の名称 セラミックチューブの接合構造及
び接合方法

2 特許請求の範囲

1 第1のセラミックチューブと第2のセラミ
ックチューブの接合部分が第3のセラミックチ
ューブで囲繞され、かつ第1、第2のセラミッ
クチューブと第3のセラミックチューブの間に、
耐火材が介在し、第1、第2のセラミックチ
ューブと第3のセラミックチューブの接合部分
は該介在した耐火材によって化学的及び又は物
理的に接合していることを特徴とするセラミッ
クチューブの接合構造。

2 焼成体である第1のセラミックチューブと同
じく焼成体である第2のセラミックチューブの
接合部分に第1、第2のセラミックチューブの
外径より大きい内径を有し、かつ焼成すること
によって収縮する素地もしくは仮焼成体である

第3のセラミックチューブと該接合部分を有す
る第1、第2のセラミックチューブとの間に、
耐火材を介在させ、焼成することによって、第
3のセラミックチューブの収縮に応じて変形、
収縮して、第1、第2のセラミックチューブと
第3のセラミックチューブが強固に接合してい
ることを特徴とするセラミックチューブの接合
方法。

3 特許請求の範囲第2項記載の方法において、
焼成体である第1のセラミックチューブと同じ
く焼成体である第2のセラミックチューブの接
合部分に、第1、第2のセラミックチューブの
外径より大きい内径を有し、かつ焼成すること
によって収縮する素地もしくは仮焼成体である
第3のセラミックチューブと該接合部分を有す
る第1、第2のセラミックチューブとの間に、
炭素と珪素を主な骨格成分とする有機珪素高
分子化合物と高融点を有する炭化物粉末あるいは

窒化物粉末あるいは金属粉末の1種以上とよりなる耐火材を介在させ、非酸化性雰囲気中で1200~1800℃の温度範囲で焼成することによって、第3のセラミックチューブの収縮に応じて変形、収縮し該有機珪素高分子化合物がSiC化して、第1、第2のセラミックチューブと第3のセラミックチューブが強固に接合していることを特徴とするセラミックチューブの接合方法。

4. 特許請求の範囲第2項もしくは第3項記載の方法において、第1、第2のセラミックチューブはSiC質、 Si_3N_4 質あるいはSiC- Si_3N_4 系複合材質であり、第3のセラミックチューブは炭素と珪素を主な骨格成分とする有機珪素高分子化合物と44 μm 以下の珪素粉末の10~35:90~65(重量比)なる混合物を出発物質とする素地成形体あるいは仮焼成体であることを特徴とするセラミックチューブの接合方法。

5. 特許請求の範囲第2項ないし第4項記載のい

効率の向上、あるいは処理能力の向上を目標とする上で、その要求は大であるが、加工や溶接が極めて困難である場合が多く、高温構造物に使用されている耐熱合金製チューブの代替には、セラミックチューブの形状の得難さが障壁のひとつとなっている。

本発明は高温構造物として種々の形状を有するセラミックチューブを、分割されたセラミックチューブの接合によって提供するものである。例えば長さが数mに及ぶセラミックチューブを接合することなしに得ることは極めて困難であるし、U字型やW字型形状を得るにおいても同様に困難であることは明白である。

発明者らは、高温構造材料に最も適したセラミックスの材質として非酸化物のうちでは高温で雰囲気安定性に富み、高強度を有し、熱衝撃抵抗性に優れているSiCと Si_3N_4 あるいはSiC- Si_3N_4 系の複合材料であることを認識し、これらの材質のセラ

ミックスチューブの接合部分と第3のセラミックチューブとの間に炭素と珪素を主な骨格成分とする有機珪素高分子化合物と44 μm 以下の珪素粉末を10~35:90~65(重量比)の割合で混合してなる耐火材を介在させ、窒化性雰囲気中で1200~1800℃温度範囲で焼成することによって炭素と珪素を主な骨格成分とする有機珪素高分子化合物をSiC化させ、かつ珪素粉末を Si_3N_4 化せしめて強固に接合していることを特徴とするセラミックチューブの接合方法。

3. 発明の詳細な説明

本発明はセラミックチューブの接合構造と接合方法に関し、詳しくは熱交換器や光輝熱処理炉その他の高温構造物に使用されるセラミックチューブの接合構造と接合方法に関するものである。

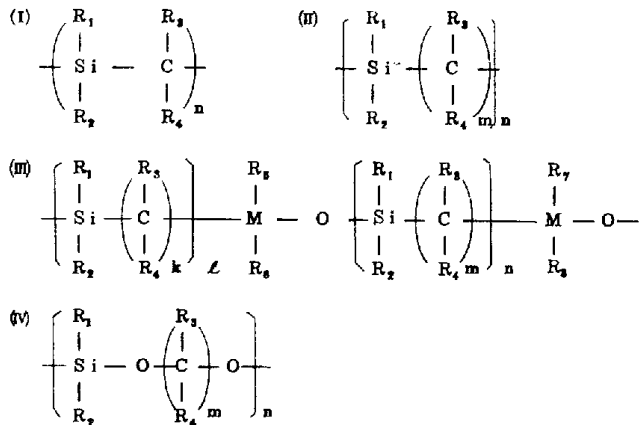
セラミックチューブは金属製チューブより耐熱性に優れるために熱交換器や光輝熱処理炉等の熱

ミックスチューブの接合を炭素と珪素を主な骨格成分とする有機珪素高分子化合物を使用し、研究を重ねて本発明に至った。

ここで言う有機珪素高分子化合物(以下有機珪素ポリマーと呼ぶ)は、例えば東北大学金属材料研究所 矢島聖使教授らによって発明され、主として珪素と炭素を骨格成分とする有機珪素高分子化合物である。周知の如くこれら有機珪素ポリマーを利用したSiC繊維は矢島聖使教授らの発明で世界的なものであり、多くの報文や特許により報告されている。その他SiC繊維と金属あるいは非金属材料との複合材料の発明、有機珪素ポリマーを金属あるいは非金属材料粉末の結合材に利用することの発明、あるいはSiC焼成体の原料として利用することの発明等無機繊維、高強度材料、耐熱材料等の分野にエポックをもたらせた新分野である。

本発明に使用する有機珪素ポリマーは基本的に

は次の(I)~(V)の基本構造を有する。



但し式中、 R_1 、 R_2 、 R_3 及び R_4 については、 R_1 は $-CH_3$ で、 R_2 、 R_3 及び R_4 は水素、アルキル基、アリール基、 $(CH_3)_2CH-$ 、 $(C_6H_5)_2SiH-$ 及び $(CH_3)_3Si-$ のうちの1種又は2種以上のいずれかの組み合わせをとるものである。また、 k 、 l 、 m 、 n は()及び[]の構造の平均繰返し回数を示し、 $k=1\sim 80$ 、 $l=15\sim 350$ 、 $m=1\sim 80$ 及び $n=15\sim 350$ である。なお平均分子量は800~20000である。

出発物としたSiC-Si₃N₄系複合特殊耐熱セラミックスを開発し既に特許出願をなした。

本発明の接合構造は実用上極めて有効に働く接合構造であり、詳しくは第1のセラミックチューブと第2のセラミックチューブの接合部分が第3のセラミックチューブで囲繞され、第1、第2のセラミックチューブと第3のセラミックチューブの間に耐火材を介して第1、第2のセラミックチューブと第3のセラミックチューブが化学的、物理的に強固に結合することによって、高温構造物としてセラミックチューブの機能を十分に果すものである。本発明の接合構造の1例を第1図に記載し詳しく説明する。

第1図(A)は、第1のセラミックチューブ(1)と第2のセラミックチューブ(2)とをそのままつぎ合わせ、第3のセラミックチューブ(3)との間に耐火材⁽⁴⁾を介して第1と第2のセラミックチューブと第3のセラミックチューブが接合している構造の断面

更に式中のMはSi、B、Ti、Fe、Al、Zr、V、Cr……等の金属もしくは非金属元素で(II)を合成する際に出発原料に含まれる元素または触媒使用のとき混入して主骨格に含まれた元素を示し、 R_1 、 R_2 、 R_3 及び R_4 は水素、アルキル基、アリール基、 $(CH_3)_2CH-$ 、 $(C_6H_5)_2SiH-$ 及び $(CH_3)_3Si-$ のうち1種又は2種以上のいずれかの組み合わせをとるが、Mの価数及び構造により R_1 、 R_2 、 R_3 及び R_4 のいずれかが欠除する場合がある。

(V) 前記(I)~(IV)の骨格成分を鎖状及び3次元構造のいずれか1つの部分構造として含む化合物、あるいはそれらの混合物。

これら有機珪素ポリマーを非酸化性雰囲気中で加熱処理すれば、SiとCよりなる非晶質物質となり、更には遊離炭素を1部含む β -SiCを形成することが上記矢島教授らの研究により判明している。発明者らは上記有機珪素ポリマーと珪素粉末を

模式図である。以下、図はすべて断面の模式図である。(B)は、第1のセラミックチューブと第2のセラミックチューブをそのままつぎ合わせないで第1、第2のセラミックチューブの合わせ面を広くとるために工夫した構造である。(C)、(D)はそれぞれミゾ切り加工を施したものであるが、(C)では第1、第2のセラミックチューブの接合部分の外側に、(D)では第3のセラミックチューブの接合部分の内側にミゾを切ったものである。当然、(C)と(D)の構造を組み合わせて、第1、第2のセラミックチューブの接合部分の外側と第3のセラミックチューブの内側にミゾを切ったものを使用すれば介在した耐火材との接触面積が増大するため、物理的な摩擦抵抗が増加し化学的結合が有利に起って接合が強固となる。(E)、(F)はテーパ加工を施したもので、(E)では第1、第2のセラミックチューブの接合部分の外側に、(F)では(E)の構造に加えて第3のセラミックチューブの接合部分の内側に

テーパ加工したものである。(K)、(L)はミゾ切り加工を施したものである。(K)では第1、第2のセラミックチューブの接合部分の外側にミゾを切り、(L)では第3のセラミックチューブの内側にミゾを切った。(I)、(J)は第1、第2及び第3のセラミックチューブにいくつか孔を開け、第1、第2のセラミックチューブと第3のセラミックチューブの間に介在させる耐火材をそれらの孔にも埋め込んだもので(I)は第3のセラミックチューブに、(J)では第1、第2のセラミックチューブに孔をあけた。

(A)～(J)までの接合構造は本発明の接合構造のすべてを網羅するものではなく、これらの組み合わせが可能である。例えば(K)は(L)と(L)の組み合わせによって、更に強固な接合構造となる。(A)～(J)までの加工及びこれらの加工を組み合わせることによって第1、第2のセラミックチューブと第3のセラミックチューブの間に介在される耐火材との

す。次に、第1、第2のセラミックチューブの外径より大きい内径を有し、かつ焼成することによって収縮する素地あるいは仮焼成体を第1、第2のセラミックチューブの接合部分に置き、それらの間に前述の炭素と珪素を主な骨格成分とする有機珪素ポリマーと高融点を有する炭化物粉末、窒化物粉末、金属粉末の1種以上とよりなる耐火材を介在させる。

ここで、第3のセラミックチューブは焼成により収縮する素地あるいは仮焼成体であることが本発明の特徴のひとつである。焼成前の第3のセラミックチューブと第1、第2のセラミックチューブとの間、つまり、第3のセラミックチューブの内径と第1、第2のセラミックチューブの外径の差の $\frac{1}{2}$ の値は、第3のセラミックチューブの焼成収縮率と、焼成後に第1、第2のセラミックチューブと第3のセラミックチューブの間に介在する耐火材の厚みによって決定される。本発明の第3

接触面積を増大させ化学的な結合を有利に起こせること及び物理的な摩擦抵抗を大なるものとすることの2点に於て接合が強固となる。

第1図で説明したセラミックチューブの接合構造を熱交換器や光輝熱処理炉に適用する具体例を第2図にて説明する。第2図(a)は長さが数mに及ぶ場合、必要な長さを数分割して、本発明の接合構造を導入したもので、第2図(b)はU字型形状の場合の例である。

次に本発明の接合構造を得るための接合方法について詳述する。

まず接合しようとする第1と第2のセラミックチューブは焼成体を使用する。第1、第2のセラミックチューブ焼成体は高湿構造材として有望視されているSiC質、 Si_3N_4 質あるいはSiC- Si_3N_4 系複合材質が最も望ましい。これらのセラミックチューブの接合部分を第1図で説明した如くそのままの状態がネジ切りやミゾ切りテーパ加工等を施

のセラミックチューブに焼成収縮する素地もしくは仮焼成体を使用することは、第1、第2のセラミックチューブと第3のセラミックチューブの間に介在した有機珪素ポリマーと高融点を有する炭化物粉末、窒化物粉末、金属粉末の1種以上の耐火材が非酸化性雰囲気中での焼成により第3のセラミックチューブの収縮に応じて変形、収縮し第1、第2のセラミックチューブと第3のセラミックチューブに良くなじみ、該有機珪素ポリマーがSiC化することによって強固な接合を引き起す。

焼成により収縮する素地または仮焼成体である第3のセラミックチューブは有機珪素ポリマーと $44\mu\text{m}$ 以下の珪素粉末の混合物からなる耐火材であることが望ましい。発明者らの先の特許出願ですでにSiC- Si_3N_4 系複合特殊耐熱セラミックスを提供したが、該有機珪素ポリマーと珪素粉末との混合物は窒化性雰囲気中で焼成することにより、必ず焼成収縮を伴ない、有機珪素ポリマーは余剰Cを

含む β -SiC を形成し、余剰 C は 1 部の珪素粉末と反応して β -SiC を形成する。更に残りの珪素粉末は気相の N_2 と反応して Si_3N_4 を形成して、熱衝撃抵抗性及び熱疲労破壊抵抗性に優れた SiC-Si₃N₄ 系複合特殊耐熱セラミックスとなることが判明している。第 3 のセラミックチューブに上記有機珪素ポリマーと珪素粉末との混合物よりなる耐火材を使用することは、焼成収縮を有することと、第 1、第 2 のセラミックチューブと第 3 のセラミックチューブの間に介在した耐火材に同じく有機珪素ポリマーを使用するので、焼成中に SiC の化学結合が生じて強固なる接合を与える。

更に望ましくは、第 1、第 2 のセラミックチューブと第 3 のセラミックチューブの間の介在耐火材に、有機珪素ポリマーと 44 μ m 以下の珪素粉末よりなる素地あるいは仮焼成体である第 3 のセラミックチューブと同じものを使用し、第 1、第 2 のセラミックチューブはやはり第 3 のセラミックチューブ

より開始し、収縮量が最も大きくなるのが 600~700℃である。1500℃では有機珪素ポリマーと 44 μ m 以下の珪素粉末の混合比が 10/90 のとき 28%、35/65 のとき 4.2% の収縮量であった。

有機珪素ポリマーと 44 μ m 以下の珪素粉末の混合比が 10/90 ~ 35/65 の範囲にあるとき、窒化性雰囲気中で加熱焼成することによって有機珪素ポリマーが変性して β -SiC になり、かつ余剰 C と 44 μ m 以下の珪素粉末の 1 部が反応して β -SiC になったものの合量と 44 μ m 以下の珪素粉末が N_2 ガスと反応して生成した Si_3N_4 が 5~20:95~80 (重量比) の焼成体を得られる。該 SiC-Si₃N₄ 系の複合材は、本発明者らの特許出願で明らかなように、熱衝撃抵抗性及び熱疲労破壊抵抗性に優れた材質である。

以下実施例を挙げて本発明を説明する。

< 実施例 1 >

第 1 表に示す常圧焼結 Si_3N_4 質チューブと反応焼結 SiC 質チューブについて、本発明の接合構造を

チューブと同じものではあるが焼成体 (SiC-Si₃N₄ 系複合特殊耐熱セラミックス) を使用することである。すなわち、加熱昇温に伴ない第 3 のセラミックチューブの収縮によって、第 1、第 2 のセラミックチューブと第 3 のセラミックチューブの間の耐火材は変形、収縮し第 3 のセラミックチューブ及び第 1、第 2 のセラミックチューブと組成的に同様であり、有機珪素ポリマーを介して化学結合が増加することによって、更に強固な接合となる。

有機珪素ポリマーと 44 μ m 以下の珪素粉末との混合物である第 3 のセラミックチューブの窒化性雰囲気中での加熱に伴なう線変化は第 3 図に示した。第 3 図は有機珪素ポリマーと 44 μ m 以下の珪素粉末との 10~35:90~65 (重量比) の混合物を 80×20×15mm のサイズに成形し、 N_2 ガス雰囲気中で室温から 1500℃まで加熱昇温して、焼成線変化を直接観察して求めたものである。焼成収縮は 350℃前後よ

以下の手順で得た。

第 1 表

項目 \ 符号	A	B
チューブの材質	常圧焼結 Si_3N_4	反応焼結 SiC
嵩 比 重	3.02	2.71
見掛気孔率 (%)	1.5	15.3
第 1、第 2 のセラミックチューブの		
長 さ (mm)	600	600
外 径 (mm)	100	100
肉 厚 (mm)	6	10

A、B 共に接合部分にネジ山 1 mm のネジ切り加工を第 1 図に示す如く第 1、第 2 のセラミックチューブに各々 100 mm 施した。第 3 のセラミックチューブは、前述の有機珪素ポリマー (I) と (II) が混合されたもの 20 重量部をキシレンで溶解し、80 重量部の 44 μ m 以下の珪素粉末と混合し、乾燥した粉末をラバープレスで成形して得た。第 3 のセラミックチューブの形状は、^{該配合割合の焼成収縮が}1450℃で 3.75% であったので、

収縮量を加味して 1065φmm の内径を有する肉厚 8 mm、長さ 250 mm のものであった。

また、第 1、第 2 のセラミックチューブと第 3 のセラミックチューブの接合部分の間に介在させる有機珪素ポリマーは第 3 のセラミックチューブに使用したものと同一 (I) と (II) が混合したものを使用し、A のほうには Si_3N_4 粉末 (44μm 以下、 β 型 Si_3N_4 が約 60% のもの)、B のほうには SiC 粉末 (44μm 以下、 α 型 SiC) をそれぞれ有機珪素ポリマー 2 ~ 25 重量部に対して 75 重量部混合した。該混合物は、有機珪素ポリマーをあらかじめキシレンに溶解し 75 重量部の Si_3N_4 粉末あるいは SiC 粉末と混合する。このときの軟度は圧入可能なまでにキシレン量を添加した。

なお有機溶剤としてはキシレンの他に例えばヘキサンその他のものも使える。

以上述べてきた第 1、第 2 のセラミックチューブと第 3 のセラミックチューブを圧入耐火材を介

付、湿式吹付等により塗布後組合わせる等の方法がある。

< 実施例 2 >

実施例 1 と同様であるが、第 3 のセラミックチューブに仮焼成体を使用した。有機珪素ポリマー (I)、(II) と 44μm 以下の珪素粉末との 20/80 重量比の内径 1065φmm、長さ 250 mm、肉厚 8 mm のラバープレス成形体を、 Ar ガス雰囲気中で 800℃ まで加熱処理した。その時の収縮率は 192 % であった。該仮焼成体は有機珪素ポリマーの分解物が飛散し X 線的には β - SiC の検出限界付近であり、むしろ非晶質の SiC と余剰 C が存在する領域である。該仮焼成体を第 3 のセラミックチューブとし実施例 1 と同様に耐火材を圧入し、セットされた第 1、第 2 のセラミックチューブと第 3 のセラミックチューブを N_2 ガス雰囲気中で 1450℃ まで加熱処理した。加熱処理後の圧入した耐火材は実施例 1 よりはみ出

して、雰囲気調整可能な炉内にセットし、 N_2 ガスを送入しながら昇温スピード 50℃/hr で 1450℃ まで昇温した。

該熱処理後の様子は、A、B 共に、圧入耐火材がはみ出しており、はみ出した耐火材を除去して介在耐火材層の厚みを測定した値は、円周方向 90° 毎に A は 1.25mm、1.20mm、1.30mm、1.25mm、B は 1.15mm、1.20mm、1.15mm、1.05mm であり、第 3 のセラミックチューブはほぼ相似的に収縮していることが判明した。また、第 3 のセラミックチューブは β - SiC の生成量が 11.0 % の SiC - Si_3N_4 系複合材質になっていることが X 線的に確認された。

なお接合部分の間に耐火材を介在させるに際しては、軟泥状、スリップ状、湿潤状その他の状態を用いるものでまずセラミックチューブを予め組合せておき、ノズルを用いて隙間に前述の耐火材を圧入するか、つき固めるかあるいはチューブの所要箇所に前述の耐火材をこて塗り、浸漬、乾式吹

しは少なかったが、介在した耐火材層の厚みは、円周方向 90° 毎に A は 1.20mm、1.20mm、1.25mm、1.20mm、B は 1.15mm、1.10mm、1.10mm、1.15mm であり、第 3 のセラミックチューブに仮焼成体を用いても、素地成形体を用いたときと同様に相似的な収縮を起すが、わずかではあるが、実施例 1 よりも均一に収縮が起っている。

< 実施例 3 >

第 2 表に示す SiC - Si_3N_4 系複合特殊耐熱セラミックスについて本発明の接合構造を以下の手順で得た。

第 2 表

項 目	符 号	C
材 質		SiC-Si ₃ N ₄ 系複合材質
出発物質		
有機珪素ポリマー (重量%)		20
44 μm以下の珪素粉末 (重量%)		80
焼成体の β-SiC量 (重量%)		11.0
Si ₃ N ₄ 量 (重量%)		86.8
嵩 比 重		2.64
見掛気孔率(%)		13.4
第1、第2のセラミックチューブの		
長さ (mm)		600
外径 (mm)		100
肉厚 (mm)		10

実施例 1 と同様に、ネジ山 1 mm のネジ切り加工を第 1、第 2 のセラミックチューブに各々 100 mm 施した。第 3 のセラミックチューブは実施例 1 で使用した素地成形体と、実施例 2 で使用した仮焼成体をそのまま使用した。介在用耐火材には前述の有機珪素ポリマーで (I) が少量含まれている (I) を 20 重量部キシレンで溶解し 44 μm 以下の珪素粉末 80

に治具 (2) を設置し、治具 (2) に本発明の接合構造体 (3) を置いて矢印方向に加圧し、第 1、第 2 のセラミックチューブと第 3 のセラミックチューブがずりを開始したときの総圧力を測定し、A の素地の場合を 100 として相対的に表現する。

空気の漏洩の程度は第 5 図に於いて本発明の接合構造体 1 の両端にゴム製の栓 (2) をして、片側の入口 (3) より空気をコンプレッサーで送入し、他の片側に取付けた圧力計 (4) が 0.5kg/cm² になってバルブ (5) を閉じる、そのままの状態を 2 時間放置し、その時の圧力降下 (ΔPm とする) を測定する。別に接合のないセラミックチューブを同様にして第 3 表

項目	符 号	A	B	C
第1、第2のセラミックチューブ		常圧焼結 Si ₃ N ₄	反応焼結 SiC	SiC-Si ₃ N ₄ 系複合材質
嵩 比 重		3.02	2.71	2.64
見掛気孔率(%)		1.5	15.3	13.4
第3のセラミックチューブの 素地体又は仮焼体の別		素地	仮焼体	素地
(相対比) ずり強さ		100	102	112
空気透過比		0.981	0.982	0.995
				0.997
				0.999
				1.000

重量部を十分に混合し、圧入可能な状態になるまでキシレンを添加した。あと実施例 1 または実施例 2 と同様に N₂ ガス雰囲気中で 1450℃ まで加熱処理した。

加熱処理後の介在した耐火材の厚みは、円周方向 90°毎に第 3 のセラミックチューブが素地成形体の場合、115mm、120mm、110mm、115mm、仮焼成体の場合 115mm、115mm、110mm、115mm であり両者共、ほぼ相対的に収縮しているが、仮焼成体を使用するほうが実施例 2 と同様にわずかではあるが、収縮が一樣に起っている。

<実施例 4>

実施例 1 ~ 3 で得られた各種の材質について本発明の接合構造の接合の程度と空気の漏洩の程度を第 4 図、第 5 図に示す方法で相対的に求めた結果を第 3 表に示す。

接合程度は第 4 図に於て、万能強度試験機 (1) の上

圧力降下 (ΔPi とする) を測定し、空気の漏洩の程度を空気透過比として次のように決めて表示する。

$$\text{空気透過比} = \frac{\Delta P_m}{\Delta P_i}$$

ただし、セラミックチューブとゴム栓の接触部等には有機系の接着剤 (6) でシールしているため、本発明の接合構造部以外からの空気の漏洩はほとんど無い。

ずり強さの試験後のサンプルについて、いずれも強固に接合しているが、特に C は第 1、第 2 のセラミックチューブのネジ山の 1 部が崩壊しており、接合が圧入された耐火材を介して充分になされていることが判明した。また空気透過比は 0.5kg/cm² の空気圧に対して A は、ほんのわずかの低下があるが B、C についてはほとんど空気漏洩がない。

以上述べて来た如く本発明のセラミックチューブの接合構造及び接合方法は、高温構造材として

特に熱交換器や光輝熱処理炉のセラミックチューブについて Si_3N_4 質、 SiC 質及び $\text{SiC-Si}_3\text{N}_4$ 系複合材料というセラミック材料をも考慮したもので、接合される第1、第2のセラミックチューブに有機珪素ポリマーと $44\mu\text{m}$ 以下の珪素粉末の混合物の素地または仮焼体を第3のセラミックチューブとして、更には有機珪素ポリマーと Si_3N_4 粉末、 SiC 粉末あるいは珪素粉末等の混合物の介在用耐火材を使用し、第3のセラミックチューブの焼成収縮に伴う介在する耐火材の変形収縮及び SiC 化を活用した特徴ある接合構造及び接合方法である。

また熱交換器や光輝熱処理炉のセラミックチューブは熱衝撃抵抗性、耐クリープ性、耐腐蝕性等々要求される。熱交換器のシェラアンドチューブ式ではコージュライト系セラミックやチタン酸アルミニウム系セラミックが適用されている例があるが、高温領域での熱交換になれば耐クリープ性、耐熱性の点で使用に耐えられなくなる。 Si_3N_4 質、

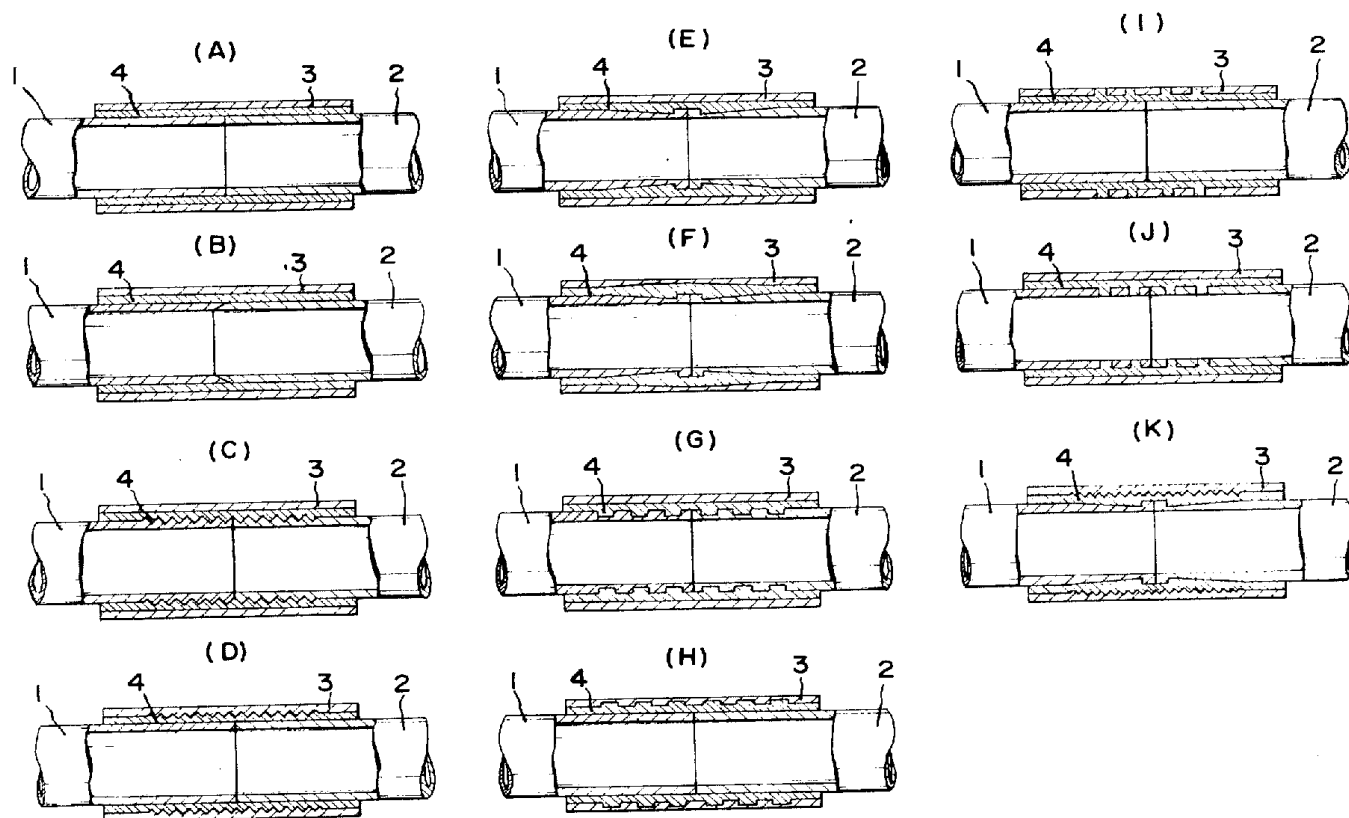
SiC 質あるいは $\text{SiC-Si}_3\text{N}_4$ 系複合材質は酸化物の欠点を補う優れた高温構造材であり、これらのチューブを本発明の接合構造の適用によって実際の使用形状に即した、長い形状やU字型形状更にはW字型形状を製作することができる。

本発明の接合構造の採用によるガスの漏洩は実使用においてはほとんど問題なく、腐蝕性ガスに対しても安定に使用できる。

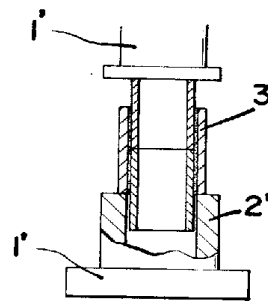
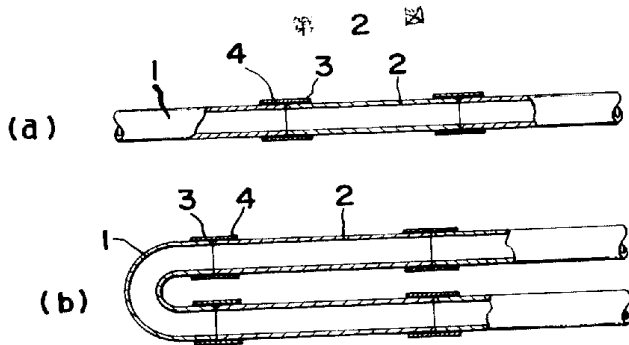
4. 図面の簡単な説明

第1図(A)~(K)はそれぞれ本発明の接合構造の例を示す説明図、第2図(a)、(b)はそれぞれセラミックチューブが長い場合や曲折している場合に於ける接合構造の例を示す説明図、第3図は本発明セラミックチューブの温度変化に対する膨張収縮率を示すグラフ、第4図及び第5図はそれぞれ本発明の接合構造の接合度合を測定する為の試験方法を示す概要説明図。

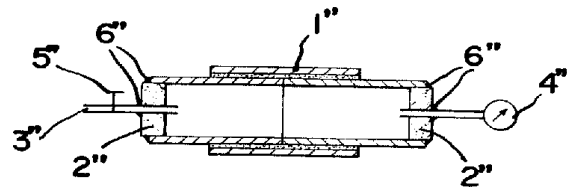
第 1 図



第 4 図



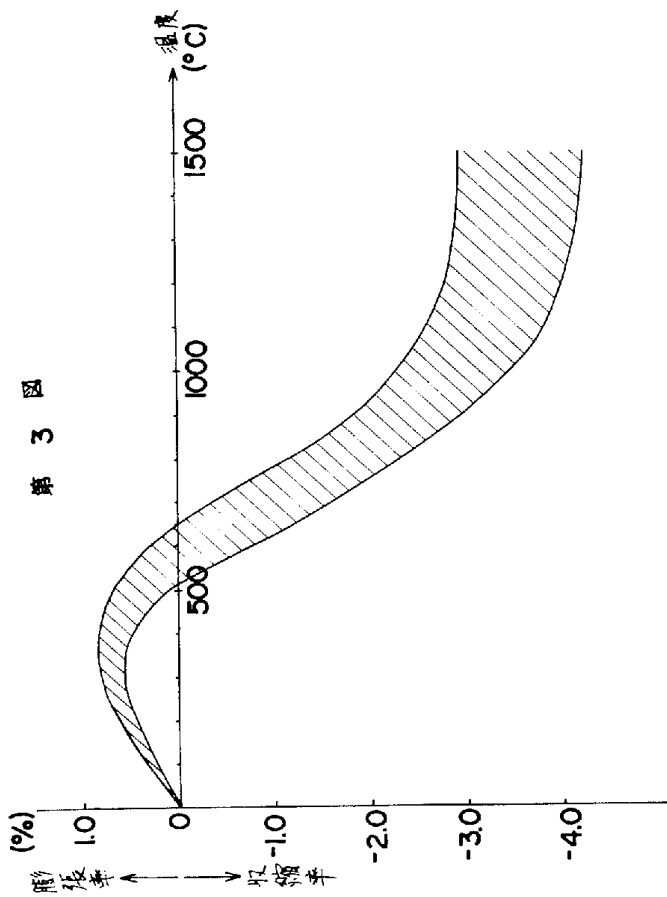
第 5 図



第 1 頁の続き

- ⑫発 明 者 浜松尚
北九州市八幡西区西鳴水 2 丁目
1-19
- ⑬発 明 者 藤井一彦
北九州市八幡西区西鳴水 2 丁目
1-19

第 3 図



DERWENT-ACC-NO: 1982-44670E**DERWENT-WEEK:** 198649*COPYRIGHT 2008 DERWENT INFORMATION LTD*

TITLE: Bonding two ceramic tubes
together using another tube as
sleeve to enclose fill of
silicone polymer, together with
carbide, nitride, and/or metal
powder

PATENT-ASSIGNEE: KUROSAKI REFRACTORIES CO[KURR]**PRIORITY-DATA:** 1980JP-140336 (October 6, 1980)**PATENT-FAMILY:**

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
JP 57067083 A	April 23, 1982	JA
JP 86050910 B	November 6, 1986	JA

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL- DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP 57067083A	N/A	1980JP- 140336	October 6, 1980

INT-CL-CURRENT:

TYPE	IPC DATE
CIPP	C04B37/00 20060101

CIPS

F16L13/00 20060101

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 57067083 A**BASIC-ABSTRACT:**

The joint between the 1st ceramic tube and the 2nd ceramic tube is surrounded by the 3rd ceramic tube, before inserting refractory material e.g. silicone polymer and one or more of carbide powder, nitride powder and metal powder between the 3rd tube and the other tubes, and thus jointing chemically and physically the jointing part of the 1st, the 2nd and the 3rd ceramic tubes by the refractory material.

The ceramic tubes are e.g. SiC, Si₃N₄, SiC-Si₃N₄, etc. The jointing refractory material is fired at 3.g. 1200-1800 deg.C in nitriding atmosphere.

Useful for bonding ceramic tubes for a heat exchange, heat-treating furnace, etc. No gas leakages are caused by the joint structure, and the tube assembly can be used stably for corrosive gases.

TITLE-TERMS: BOND TWO CERAMIC TUBE SLEEVE ENCLOSE
FILL SILICONE POLYMER CARBIDE
NITRIDE METAL POWDER

DERWENT-CLASS: L02 Q67**CPI-CODES:** L02-A; L02-H02A; L02-H02B;